Über die Struktur

der

sympathischen Ganglienzellen der Säugetiere.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt der

hohen philosophischen Fakultät

der

grossherzoglichen Landesuniversität zu Rostock

ACAD. MED. NAT. ROST.

von

Carl Klein,

approb. Zahnarzt aus Lübben (Lausitz).

Druck von Friedr. Scheel in Cassel.

Referent: Prof. Dr. Seeliger.

Meinem lieben Vater

in Dankbarkeit gewidmet!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552725_0045

Aus dem Laboratorium des Herrn Professor Dr. Benda zu Berlin.

Im Jahre 1868 machte Schwalbe als einer der Ersten darauf aufmerksam, daß sich die Nervenzellen im inneren Bau von den übrigen Zellen des tierischen Körpers wesentlich unterscheiden. Zwar besteht die Nervenzelle, wie jede andere tierische Zelle, aus den beiden Hauptbestandteilen Kern und Plasma; doch haben beide eine den Ganglienzellen spezifische Struktur. Gerade auf diese inneren Zellstrukturen hingewiesen zu haben, ist das Verdienst Schwalbes. Er hat den histologischen Forschern ein neues Feld eröffnet: aber nur spärlich folgten sie ihm auf das Gebiet der Nervenzellenuntersuchungen.

Erst zu Ende des vorletzten und zu Anfang des letzten Jahrzehntes des 19. Jahrhunderts begann die Nervenzellenforschung breitere Basis zu gewinnen.

Viele, darunter die ausgezeichnetsten Forscher, wendeten nun ihre Aufmerksamkeit dem histologischen Bau der Nervenzellen zu: fast jeder versuchte eine andere Methode und kam mit ihr zum Ziele, so daß z. Z. die Nervenzellen zu den am meisten untersuchten histologischen Elementen des tierischen Körpers gehören. Vorwiegend wurden die Nervenzellen des Zentralorgans und, von den peripheren Ganglienzellen, die der Spinalganglien ins Bereich der Forschung gezogen.

Wenn nun auch der Gedanke nahe liegt, daß die Zellen der sympathischen Ganglien denen der übrigen peripheren Ganglien ähnlich gebaut sind, so ist immer-

hin doch anzunehmen, daß sie sich in einigem von diesen unterscheiden.

Zu untersuchen, inwieweit die sympathischen Nervenzellen den übrigen Nervenzellen im histologischen Bau ähnlich sind, oder sich von ihnen unterscheiden, soll der Zweck vorliegender Arbeit sein.

Der Gang derselben soll folgender sein: Zuerst werde ich in kurzen Zügen einen geschichtlichen Überblick über die die Nervenzellenforschung betreffende Literatur geben, soweit sie mir zugänglich war, und dann nach Zusammenfassung der Resultate der bisherigen Forschungen zu den eigenen Untersuchungen übergehen.

I. Geschichtliches.

Wie zu Eingang erwähnt, hatte Schwalbe (89) im Jahre 1868 festgestellt, daß der innere Bau der Nervenzellen im wesentlichen von dem anderer Zellen abweicht. Er fand in dem Plasma des Zellleibes körnchenähnliche Bildungen eingelagert, die bei stärkerer Vergrößerung eine deutlich konzentrische Anordnung aufwiesen. Acht Jahre später, 1876, machte Retzius (83) dieselbe Beobachtung, hielt jedoch die konzentrische Schichtung für ein Kunstprodukt. Flemming (25) kennt diese Anordnung der Körnchen in den Ganglienzellen der Säugetiere seit 1884; die Körnchen selbst beschreibt er schon 1882 (24) als „färbbare Körnermassen und -Schollen!“ Gleichzeitig fand er den Zellleib bestehend aus einer homogenen Grundsubstanz, in welche zarte, ebenfalls, wenn auch schwächer färbbare, wellig oder geknickt verlaufende Fädchen eingelagert sind, die mit den Körnern in Zusammenhang zu stehen scheinen.

Auch stellt Flemming schon 1882 verschiedene Arten von Zellen in demselben Spinalganglion fest: Er kennt schon kleinere dunklere, stärker lichtbrechende und stärker färbbare, und größere hellere Zellen;

diese letzteren meist mit groben Körnerschollen, die ein scheckiges Aussehen der Zellen bewirken. Er führt die Verschiedenheit im Aussehen der Zellen schon damals, noch mehr später (26), auf die verschiedene Dichtigkeit des feinen Fadenwerkes und auf die verschiedene Menge und Lagerung der Körnergebilde zurück und läßt die Frage offen, ob man es hierbei mit bleibenden verschiedenen Zellformen oder mit physiologisch wechselnden Zuständen zu tun hat.

Benda (11a) und Nissl (75a) bestätigten 1885 unabhängig voneinander mit andern Methoden die Bilder Flemmings. Nissl legte durch Veröffentlichung seiner Methode den Grund zur spätern eingehenden Behandlung dieses Gebietes.

1886 stellt v. Lenhossék (58) die konzentrische Anordnung der Körnchen im Plasma von Nervenzellen des Frosches fest, mißt ihr aber als nebensächlich keine Bedeutung bei. Auch Erik Müller (74) und später Nissl (76) beschreiben ähnlichen Befund wie Flemming. Dieser hält 1895 in einem Vortrage vor der anatomischen Gesellschaft zu Basel seine 1882 gegebene Beschreibung der Struktur der Spinalganglienzellen in allen Hauptpunkten aufrecht gegenüber v. Lenhossék (60), der in der Zellsubstanz keinerlei fädchenähnliche Gebilde sieht, sondern „lauter kleine färbbare Körnchen, viel feiner „als jene groben Körnerschollen und -spindeln; sie liegen „reihenförmig, vielfach netzförmig angeordnet, aber es „sind keine zusammenhängende Fäden vorhanden". Auch ist nach v. Lenhossék die Zwischenmasse nicht homogen, sondern besitzt äußerst feine Struktur, die nicht faserig und so undeutlich ist, daß sie sich einer näheren Beschreibung entzieht.

Flemming (26) erklärt den Unterschied der Befunde aus der Verschiedenheit der Reagentien-Wirkungen. Er hatte seine Präparate mit Chromsäure, Pikrinsäure oder Osmiumsäure behandelt und die Schnitte mit Safranin und Hämatoxylin gefärbt; v. Lenhossék wendete Alkohol,

auch 12 % Formol an und färbte mit Thionin, Magentarot und Nissls Methylenblaulösung.

Zur Kontrolle hat dann Flemming Präparate von Spinalganglien der Katze, des Kaninchens und vom Ganglion Gasseri des Menschen auf verschiedene Weise fixiert und gefärbt und dasselbe Resultat erhalten, wie er es früher (24) beschrieben hat; nur tritt eine noch feinere Struktur zutage: die gröberen Körnungen und Schollen in den helleren scheckigen Zellen erscheinen jetzt zusammengesetzt aus feinsten Körnchen. Nur die in starkem Alkohol gehärteten, teils mit Thionin, teils mit Eisenhämatoxylin gefärbten Schnitte zeigen abweichende Bilder: die Körnerhaufen waren verschwunden, die feinen Fadenwerke, scharf gefärbt, schienen allein vorhanden zu sein. Diese traten auf als zusammenhängende, geknickte, feine Fadenstränge, so dicht gelagert, daß sie nicht erkennen ließen, ob sie ein Netzwerk bildeten oder nicht. Die Zwischensubstanz erschien bei engem Blenden fein granuliert.

Auf Grund der Verschiedenheit der mit den einzelnen Methoden erhaltenen Resultate hält Flemming in Übereinstimmung mit G. Mann (66) [S. 489] den Alkohol geradezu für ungeeignet als Nervenzellen-Reagens, da er auf verschiedene physiologische Zustände der Zelle ungleiche Wirkung ausübe (vgl. G. Mann, ebenda S. 494). Er gibt seinem Chromosmiumsäure-Gemisch den Vorzug bei Vorbereitung von Nervenzellenpräparaten zu histologischen Untersuchungen.

Aber gerade an mit Alkohol (96 %) gehärteten Präparaten hat Nissl (75—79) Flemmings Angaben betreffend den feineren Bau der Nervenzellen bestätigt. Er hat sich sehr eingehend mit der Untersuchung von Nervenzellen beschäftigt und eine eigene Methode in Anwendung gebracht. Die zu untersuchenden Präparate härtet er in 96 % Alkohol und färbt die Schnitte nach ziemlich komplizierter Vorbehandlung mit einer von ihm angegebenen Methylenblaulösung. In einer Reihe von

Abhandlungen (75—79) beschreibt er den Bau der Spinalganglienzelle kurz in folgender Weise:

Sie besitzt in ihrem Zellleibe zwei scharf voneinander zu trennende Substanzen, von denen die eine sich nach Alkohol-Vorbehandlung mit Methylenblau färbt, während die andere ungefärbt bleibt.

Die sich färbende Substanz tritt in Form von größeren oder kleineren rundlichen (ovalen oder sphärischen), manchmal auch eckigen und unregelmäßig geformten Knötchen auf, die allerfeinste fadige Ausläufer besitzen. Er bezeichnet deshalb diese Substanz als „gefärbte, i. e. sichtbar geformte". Seine außerordentlich ausführliche Beschreibung der Knötchen hat Veranlassung gegeben, dieselben, deren bisherige Benennung „Granula" Nissl für ungenau und falsch erklärt, als „Nissl-Körper" zu bezeichnen.

Die sich nicht färbende Substanz füllt den von der gefärbten und dem Kerne freigelassenen Zellraum aus.

Auch über den Zellkern macht Nissl (75) Mitteilungen. Er besitzt eine zarte, gefärbte Membran — „eine tinktoriell differenzierte periphere Schicht" —, ein zierliches, netzförmig angeordnetes Kerngerüst, ein, zwei auch drei Nucleolen, oft auch Nebennucleolen. Seine Hauptmasse besteht aber aus dem nicht färbbaren Kernsafte, der die Maschen des gefärbten Kerngerüstes ausfüllt. — Nach dem Färbegrade unterscheidet Nissl anfangs drei, später zwei Arten von Zellen, wie Flemming: helle und dunkle.

Benda (11) hält die durch basische Anilinfarben darstellbaren (basophilen) Granulationen nicht für ein den Ganglienzellen spezifisches Strukturelement; er hat sie auch in anderen Zellen gefunden, z. B. in den Drüsenzellen (Stäbchen und Fäden), in Lymphzellen (grobe Körner und Spindeln) und in Bindegewebszellen (diffuse, feinkörnige Färbung). Er nennt diese basophile Substanz nach Köllikers Vorgang „Neuroplasma". Sie ist „scharf trennbar von der differenzierten fibrillären Sub„stanz der Ganglienzellen" (1895).

Auch Nissl stellt später (79) die Behauptung auf, daß in allen Nervenzellen die ungefärbte Substanz die Nervenfibrillen enthält, und trennt diese also sehr scharf von der gefärbten, i. e. sichtbar geformten Substanz (1896).

Kronthal (57) hält die Granula „für Zerfallsprodukte „der ursprünglich vom eintretenden Achsenzylinder aus „die Substanz der Nervenzellen durchkreuzenden Fibrillen“ (1895).

W. H. Cox (19) gibt 1896 den bisherigen Behandlungsweisen Schuld daran, daß die Fibrillen in den Spinalganglienzellen so schwer nachzuweisen sind, und kommt mit einer neuen, sehr komplizierten Methode zu dem Ergebnisse: In der von Granulis freien Randzone der Zellen sind kleine, mehr oder weniger lange Fibrillen zu sehen, die in den Achsenzylinder einstrahlen. Sie sind teils gerade, teils gekrümmt oder geknickt. Das Faserwerk macht den Eindruck eines Netzes, ist aber keins, denn die Fibrillen liegen nur aufeinander; auch wurde eine Verbindung zwischen Granulis und Fibrillen nicht beobachtet.

In den folgenden Jahren häufen sich die Veröffentlichungen über Nervenzellen-Histologie derartig, daß es hier nur möglich ist, einige derselben, mir wichtig erscheinende, anzuführen.

Marinesco (67—69) gibt in mehreren Abhandlungen auf Grund eingehender Untersuchungen eine ausführliche Beschreibung der Nervenzellenstruktur; insbesondere hat er sich mit der gefärbten, geformten Substanz eingehend beschäftigt. Er unterscheidet in jeder Nervenzelle drei Bestandteile:

1. die strukturlose, achromatische Grundsubstanz;
2. die chromatophilen Einlagerungen, die zu basischen Anilinfarben eine besondere Affinität besitzen (daher von Benda (11) und Rosin (84, 85) basophil genannt);

3. ein achromatisches Netzwerk, in dessen Maschen die chromatophilen Körner (Granula, Nissl-Körper) eingelagert sind.

Dieses achromatische Netzwerk wird gebildet durch die aus dem Achsenzylinderfortsatze in das Cytoplasma einstrahlenden und sich hier innig verflechtenden und verfilzenden Fibrillen: sie stellen nach seiner Ansicht das eigentliche leitende Element in der Ganglienzelle dar, während er die eingelagerten chromatophilen Granulationen für mit hoher chemischer Energie ausgestattete Gebilde hält, „die das Nervenprinzip modifizieren und „seine potenzielle Energie vermehren können," weshalb er auch die chromatophile Substanz „Kinetoplasma" nennt.

Van Gehuchten (31) unterscheidet nur zwischen chromatischer und achromatischer Substanz, indem er das achromatische Netz nur als Strukturerscheinung der achromatischen Substanz auffaßt. Nach seiner Ansicht imprägniert die chromatische Substanz nur die Knotenpunkte des Netzes und bildet auf diese Weise größere und kleinere chromatophile Körnungen, die unregelmäßig im Zellkörper verteilt liegen.

Die Struktur des Kerns beschreibt er in ähnlicher Weise wie Nissl: Kernmembran, Kerngerüst (Karyoplasma: ein großmaschiges Netz), das den ganzen Kern durchzieht; in dessen Maschen die ungefärbte Kernflüssigkeit; außerdem noch das Kernkörperchen. Er kommt aber zu dem wichtigen Ergebnisse, daß nur das Kernkörperchen sich mit basischen Anilinfarben tingiert, während alles andere im Kerne acidophil ist: „Le nucléole est donc basophile, tandisque la partie „organisée du caryoplasme se montre acidophile." Er beruft sich hierbei auf S. Ramon y Cajal (82) und G. Levi (63), die beide das Kerngerüst als acidophil bezeichnen und die basophile Substanz in die oberflächlichsten Schichten des Kernkörperchens verlegen.

F. C. Eve (23) bezeichnet die Nissl-Körper als „basophil constituent“ der Nervenzellen und gibt eine Beschreibung derselben, die sich mit der bisher bekannten deckt.

v. Lenhossék (61) kann die Zellstruktur von Spinalganglienzellen des Menschen durch Härtung der Präparate in konzentrierter Sublimatlösung und nachfolgende Alkoholbehandlung, Einbettung in Paraffin und Färbung der Schnitte mit Toluidinblau darstellen.

Die Zellen zeigen die bekannten chromophilen Einlagerungen (Granula, Nissl-Körper) in aller möglichen Gestalt: feine Körnchen zu größeren Klümpchen zusammengelagert, eckige klumpige, verzerrte Figuren usw. Da sie der Zelle ein scheckiges, tigerfellähnliches Aussehen geben, schlägt er für diese chromophilen Körper den Namen „Tigroid“ vor. Auch stellt er eine verschiedene Verteilung des Tigroids in der Zelle fest. Das Gebiet in der Nähe der Peripherie ist am meisten mit chromatophilen Körnern beladen, er nennt es daher „Randschollenkranz“: zwischen ihm und der Peripherie ist noch ein heller, körnerfreier Saum: ebenfalls ist der Kern von einer solchen körnerfreien Schicht umgeben.

In einer späteren Arbeit (62) gibt er die fibrilläre Struktur des Protoplasmas zu, die er bei seinen früheren Methoden (58—60) nicht beobachtet hatte.

Auch über Kernstrukturen macht v. Lenhossék Angaben, wenn er auch im ganzen das Toluidin zur Kernfärbung nicht für geeignet hält, da es das Kerngerüst nicht, dagegen den Nucleolus intensiv färbt. Dieser ist sehr umfangreich und liegt meist zentral; in einigen Fällen hat er (beim Kaninchen) in der Nähe des Nucleolus ein bis drei ganz kleine, ebenfalls blau gefärbte Schollen wahrgenommen.

Um aber auch das acidophile Kerngerüst hervortreten zu lassen, färbte er mit einem sauren Farbstoffe — Erythrosin oder Eosin — nach und erreichte dadurch eine deutliche Rosafärbung des Kerngerüstes, das sich

als zartes, lockeres Netz zwischen Kernkörperchen und Kernmembran ausspannt.

Schaffer (88) bestätigt v. Lenhossék's Befund bezüglich des Randschollenkranzes, findet ihn aber nur in den hellen Zellen, die im allgemeinen feinere Tigroidschollen haben; in den sog. grobscholligen Zellen dagegen, deren Tigroid „zerrissene, flockige Körper darstellen", fehlt der Randschollenkranz.

O. Juliusberger und E. Meyer (54) halten nach Anwendung verschiedenartiger Methoden die Bezeichnung „Tigroid" für die Nissl-Körper für nicht richtig, da nach ihrer Auffassung die Spinalganglienzelle kein scheckiges Aussehen hat. Sie sprechen nur von Körnchen und Körnchen-Aggregaten, die eine „vollkommene Unge-„zwungenheit der Lagerung" erkennen lassen; auch können sie von konzentrischer Schichtung der Körnchen oder Zusammenfügen zu einem Netzwerke nichts sehen.

Auch Cavazzini (16), der Spinalganglienzellen eines Cercopithecus untersuchte, konnte weder eine netzförmige Struktur der Zellgrundsubstanz, noch eine konzentrische Schichtung der Granula (Nissl-Körper, Tigroid usw.) nachweisen.

Arnold (8) fand bei Schnitten von Präparaten, die mit Jodjodkali fixiert waren, keine deutliche fibrilläre Struktur der achromatischen Grundsubstanz, sondern kürzere oder längere Fäden, die mit dem Fadennetze des Kernes zusammenzuhängen schienen. Im Zellkerne selbst entdeckte er körnige Bildungen. Betreffs der Nissl-Körper bestätigt er die Angaben der früheren Forscher.

A. Bethe (13) hat als erster mit einer eigenartigen Methode (Entfernung der Nissl-Körper durch verdünnte Säure und nachherige Behandlung des Präparates mit Molybdänsäure) die Fibrillen selbst einer genaueren Untersuchung unterzogen. Durch Hinausschaffen der Granulationen aus dem Zellleibe wird der Überblick bedeutend erleichtert und eine eingehende Untersuchung der achromatischen Grundsubstanz ermöglicht.

Die Fibrillen erscheinen als wohlindividualisierte, stark gefärbte Bildungen, die durchaus als selbständige Fasern aufzufassen sind. In vielen Zellen sind alle Fibrillen durch den Zellleib zu verfolgen; selten kommen Teilungen der Fibrillen vor. Manchmal täuschen die Fibrillen in der Umgebung des Kernes ein Netzwerk vor, indem sie ein dichtes Gewirr bilden; in Wirklichkeit kommt es nie zur Verbindung zwischen einzelnen Fibrillen. In einigen Zellen sind sie spiralig gekrümmt, in andern wieder verlaufen sie in der Längsrichtung der Zelle, aber daneben kommen auch wieder querverlaufende Fibrillen vor. —

Von nun an tritt eine Wendung in der Nervenzellenforschung ein: das Interesse an den chromatophilen Einlagerungen nimmt ab: sie sind so vielseitig und so oft beschrieben worden, daß sie ein erfolgreiches Feld der Forschung nicht mehr bieten. Andere noch wenig erforschte Elemente der Nervenzelle ziehen nun die Aufmerksamkeit der Histologen auf sich.

In demselben Jahre, in dem Bethe seine oben erwähnte Arbeit veröffentlichte, tritt C. Golgi mit einer Mitteilung vor die Öffentlichkeit, die jenen oben erwähnten Umschwung in der Nervenzellenforschung herbeiführte.

Am 19. April 1898 berichtete er in einer Sitzung der medizinisch-chirurgischen Gesellschaft zu Pavia über das Ergebnis seiner Untersuchungen der Spinalganglien verschiedener Säugetiere. Er stellte fest, daß die von ihm und anderen schon seit längerer Zeit beobachteten Fibrillen ein äußerst kompliziertes Netzwerk innerhalb der Zelle bilden. Nach dem Sitzungsberichte der Gesellschaft (33) besteht dieser von Golgi gefundene endocelluläre netzförmige Apparat („Apparato reticolare interno“) eben aus jenen Fibrillen, die sich zu einem Netze verflechten; es läßt zwischen seinem peripheren Rande und der Zelloberfläche eine Zone frei; ebenso bleibt ein perinucleärer Streifen stets frei vom Netze.

In späteren Arbeiten (34 und 35) beschreibt er noch ausführlicher die Struktur dieses Netzwerkes. Es hat

„die Neigung, sich zu kugelig-konischen Lappen zu „gruppieren, die mit der Basis gegen die Peripherie, mit „der Spitze nach dem Mittelpunkte der Zelle gerichtet „sind. An der Basis durch reichliche Fäden verknüpft, „haben die Lappen die Tendenz, sich nach dem Zentrum „hin zu isolieren, ohne daß jedoch Verbindungsbrücken „ganz fehlen."

Golgis Schüler Veratti (94) untersuchte die Halsganglien des Sympathicus von Hund und Katze und konnte in ihren Zellen denselben endocellulären netzförmigen Apparat feststellen; jedoch ist das Netzwerk zarter, vielfach gewundener als jenes in den Spinalganglienzellen. Es umlagert den Kern, jedoch ohne in ihn einzudringen, und nimmt, mit Ausnahme einer peripheren schmalen Zone, das gesamte Zellprotoplasma ein. Veratti läßt es unentschieden, ob irgendwelche Beziehung zwischen diesem Netzwerke und den Betheschen Fibrillen besteht.

Auch Lugaro (65) bestätigte in demselben Jahre (1899) die netzförmige Fibrillenstruktur des Zellprotoplasmas der Spinalganglienzellen, die besonders deutlich zutage tritt, wenn das Chromatin in den Zellen durch krankhafte Prozesse zum Schwinden gebracht wurde, weshalb er ein Versuchstier mit Arsenik vergiftete. Er stellte aber auch fest, daß das Netz nicht in allen Zellen vorhanden ist; in manchen sieht man ein feinmaschiges Netz, in anderen treten nur gröbere, wellenförmige, konzentrisch angeordnete Fibrillenzüge auf, deren Netzstruktur kaum zu erkennen ist.

Des Interesses halber mag hier erwähnt werden, daß ganz genau gleichzeitig mit Golgi Ballowitz (9) seine Entdeckung solcher Netze in Epithelialzellen veröffentlichte und zwar auf der Versammlung der anatomischen Gesellschaft zu Kiel (17.—20. April 1898). Er nennt dieselben „Centrophormien" und stellte später (10) diese dem „Apparato reticolare interno" Golgis gleich.

Wir haben es also bei diesem endocellulären Netzwerke nicht mit einer spezifischen Bildung der Nervenzellen allein zu tun, sondern es kommt auch in anderen Zellen des tierischen Körpers vor. Eine scheinbare Bestätigung findet diese Annahme durch die nun folgenden Arbeiten Holmgrens, wenn man mit ihm seine „Saftkanälchen" mit Golgis Apparato reticolare interno für identisch hält.

In einer stattlicheu Reihe von Veröffentlichungen (38—53), die bis in die neueste Zeit reichen, beschreibt er das Vorkommen dieser Netze außer bei Nervenzellen (38—46) auch bei Drüsenzellen des Pankreas (48), bei Leberzellen (49), bei Epithelzellen (49, 51) usw. Holmgren behauptet nun, daß dieser netzförmige Apparat nicht aus massiven Fibrillen bestehe, sondern aus einem Netzwerke von Kanälchen, welche die Zellen durchziehen. Er nennt diese Kanälchen „Saftkanälchen" und hält sie für durchaus identisch mit Golgis Apparato reticolare, dessen Zustandekommen er einfach durch Niederschläge in seinen „Saftkanälchen" erklärt.

Später stellte er fest, daß diese Kanälchen von außen in die Zelle eindringen und sich sogar in den Kern hineinerstrecken; er glaubt sie deshalb für Lymphgefäße (Lymphspalten) halten zu müssen, die zur Ernährung der Zelle dienen (Trophospongium).

Holmgrens Veröffentlichungen haben eine ganze Reihe von Forschern zu Untersuchungen über das Netz veranlaßt, die sich dann teils für, teils gegen die von Holmgren aufgestellte Theorie erklären.

Vor allem tritt Adamkiewicz (3) ihm entgegen. Er hatte schon im Jahre 1886 in der Ganglienzelle Kanälchen entdeckt, die er mit dem Blutkreislaufe in Verbindung brachte (2, 3). Demgegenüber hält aber Holmgren seine Behauptung aufrecht (42), daß es sich bei den „Saftkanälchen" um Lymphgefäße handele.

Donaggio (22) sah im Protoplasma der Ganglienzellen einen hellen perinucleären, von Kanälchen freien Raum,

in den er sowohl die Kanälchen, die er auch den Lymphgefäßen zurechnet, wie auch Blutkapillaren einmünden läßt.

Bethe (14) bestätigt Holmgrens Befunde in gewisser Beziehung, will aber von einer Identifizierung des feinen „Apparato reticolare“ mit den viel dickeren „Saftkanälchen“ Holmgrens nichts wissen. Er sieht in seinen Präparaten zwei verschiedene Bildungen, die nebeneinander in derselben Zelle vorkommen können: die eine entspricht dem „Apparato reticolare“, die andere erinnert an die „Saftkanälchen“. Auch er kann die Kanälchen weit über die Zellgrenzen hinaus verfolgen und kann im Gegensatze zu Adamkiewicz keinen Zusammenhang derselben mit dem Blutgefäßsysteme erblicken.

Fragnito (28) bestreitet das Eindringen der Kanälchen von außen in die Zelle; er hält sie für rein intracellulär und sucht ihre Entstehung sowohl wie die der Nissl-Körper entwicklungsgeschichtlich durch Verschmelzung mehrerer embryonaler Neuroblasten zu erklären.

Suchanoff (93) hat Golgis Chromsilbermethode modifiziert und mit dieser neuen Methode Untersuchungen angestellt. Er kommt zu dem Ergebnis, daß das von Golgi entdeckte Netz nicht identisch ist mit dem von Apathy (5) beschriebenen fibrillären Netze und mit den von Holmgren, Donaggio, Studnicka (92) beobachteten Kanälchen. Es ist rein endocellulär, reicht nicht bis zum Rande der Zelle und dringt nicht in den Kern ein, den es etwas gelichtet umgibt.

Kopsch (56) und Misch (72) stellen den „Apparato reticolare interno“ durch lange andauernde Einwirkung von 2 % Osmiumsäure auf die Präparate dar. Ersterer untersucht Nervenzellen und andere Körperzellen, Misch zieht nur Spinalganglien ins Bereich seiner Arbeit, entnimmt diese aber Vertretern aller Wirbeltierklassen. Das „Binnennetz“, wie sie es nennen, besteht aus „einem „Fadenwerke von wechselnder Dicke und Maschenweite „mit verdickten Knotenpunkten, welches in verschiedenen

„Ebenen des Zellkörpers angeordnet ist.“ (72, S. 67.) Beide halten dieses Binnennetz für identisch mit Golgis endocellulärem netzförmigen Apparate, aber durchaus verschieden von den Holmgren'schen Saftkanälchen, wenn man auch annehmen könnte, daß die Kanälchen, von der Osmiumsäure imprägniert, sich schwarz darstellten; aber es fehlt jeder Übergang des Netzes in den pericellulären Raum, den Holmgren als typisch für seine Saftkanälchen hinstellte.

Frau Pewsner-Neufeld (80) sah neuerdings die „Saftkanälchen“ in Rückenmarkszellen, die sie mit 10 % Salpetersäure vorbehandelte und mit Eisenhämatoxylin färbte. Sie widerspricht aber Holmgren, der die Kanälchen als gebahnte Wege auffaßt und sie noch außerhalb der Zelle als solche sich fortsetzen läßt (Trophospongium). Sie bezeichnet die Kanälchen als „wandlos, im Proto-„plasma der Ganglienzelle eingegraben und ihr morpho-„logisch zugehörend“, kann sie aber nicht als selbständige Gebilde außerhalb der Zelle verfolgen: sie münden an der Zelloberfläche direkt nach außen in das von ihr beschriebene pericelluläre Saftlückensystem.

Nach diesem geschichtlichen Überblicke will ich nun in folgendem eine kurze zusammenfassende Darstellung der Struktur der zentralen und spinalen Ganglienzellen geben, wie sie z. Z. feststeht.

Die Nervenzellen, ob zentral oder peripher, bestehen, wie alle tierischen Zellen, aus Kern und Zellleib.

1. Der Kern der Ganglienzellen ist im allgemeinen sehr strukturarm im Vergleiche zu dem anderer Körperzellen (v. Lenhossék 61). Er hat einen sehr einfachen Bau: er besteht aus Kernmembran, Kerngerüst, Kernkörperchen und Kernsaft.

a) Die Kernmembran ist ein zartes, färbbares Häutchen (eine tinktoriell differenzierte periphere Schicht: Nissl 75, 76).

b) Das Kerngerüst ist nach Nissl (75, 76) zierlich, netzförmig angeordnet, nach van Gehuchten (31) ein großmaschiges Netz (Karyoplasma), das sich mit basischen Farbstoffen nicht tingiert; dieselben Angaben machen S. Ramon y Cajal (82), G. Levi (63) und v. Lenhossék (61). Letzterer sieht es, durch Toluidinblau ganz ungefärbt, „nur schattenhaft, „mehr durch Unterschiede der Lichtbrechung" hervortreten. Arnold (8) glaubt einen Zusammenhang zwischen dem Fadennetze des Kernes und den Fäden der achromatischen Grundsubstanz annehmen zu müssen.

c) Im Kerne befinden sich nach Nissl (75) ein oder mehrere Kernkörperchen, sogar noch Nebennucleolen; andere Forscher (van Gehuchten, Levi, S. Ramon y Cajal, v. Lenhossék) nehmen in dem Kerne der Ganglienzellen nur einen Nucleolus wahr; v. Lenhossék sieht in der Nähe des sehr umfangreichen, meist zentral gelegenen Kernkörperchens einige gefärbte Schollen: sie mögen wohl identisch sein mit Nissls Nebennucleolen. Der Nucleolus ist im Gegensatze zum Kerngerüste basophil und tritt mit allen basischen Färbemitteln deutlich hervor. (Chromatin.)

d) Der Kernsaft füllt die Maschen des Kerngerüstes aus und ist nicht färbbar (Achromatin: Nissl 75, 76). Arnold (8) sieht im Kernsafte noch körnige Bildungen eingelagert.

2. Der Zellleib ist nicht so einfach strukturiert wie der Kern, und die Ansichten über den Bau desselben weichen sehr auseinander. Darin sind alle Forscher einig, daß der Zellleib in der Hauptsache aus zwei Substanzen besteht: färbbarer und nicht färbbarer, ebenso darin, daß die färbbare Substanz in Form von unregelmäßigen Schollen usw. auftritt. Aber über die Struktur der nicht färbbaren Substanz sind die Ansichten sehr verschieden.

a) Die färbbare, chromatophile Substanz tritt nach Nissl (75, 76) „in Form von größeren oder „kleineren rundlichen — ovalen oder sphärischen —, „manchmal auch eckigen und unregelmäßig ge„formten Knötchen auf". Diese führen die verschiedensten Namen: Granula, Nissl-Körper, Tigroid-Schollen usw. Je nach Art der Zelle sind sie im Zellleibe verschieden angeordnet: in der Spinalganglienzelle lagern sie meist in konzentrischer Schichtung um den Kern herum (Schwalbe 89, Retzius 83, Flemming 24—26, Benda 11, Nissl 75, 76). Nach v. Lenhossék tritt die färbbare Substanz in den spinalen Zellen hauptsächlich in einer peripheren kranzförmigen Schicht von dicht aneinander liegenden Tigroidschollen, dem sog. Randschollenkranze, auf; zwischen diesem und dem Kerne ist ein großes, körnerfreies Gebiet, aber auch der Peripherie der Zelle liegt der Kranz nicht dicht an: hier befindet sich noch im ganzen Umfange der Zelle eine schmale, fast homogen erscheinende Schicht nicht färbbarer Substanz, der sog. Randsaum, so daß der Randschollenkranz zwar dem Zellrande sehr nahe liegt, ihn aber nicht berührt. Die Verteilung der Granulationen in den zentralen Nervenzellen ist eine derartig mannigfaltige, daß eine bestimmte Regel für dieselbe nicht aufgestellt werden kann. Nissl (77) versuchte auf Grund derselben eine Klassifikation der zentralen Nervenzellen, doch fand diese willkürliche Einteilung nach der rein äußerlichen Verteilung einer Substanz, deren Funktion man noch nicht einmal kennt, keine Verbreitung.

b) Die nicht färbbare, achromatische Substanz wurde ursprünglich von Flemming (24) für homogen gehalten; später (26) sieht er sie aber fein granuliert. v. Lenhossék (61, 62) läßt „feine „achromatische Fäden ein engmaschiges Netzwerk"

bilden; ebenso van Gehuchten (31). Andere wieder sehen diese Fäden stärker gefärbt und halten sie für Modifikationen der chromatophilen Substanz (Nissl).

Daß diese Fibrillen der wichtigste Bestandteil der achromatischen Substanz sind (sie stellen die unmittelbaren Einstrahlungen der Achsenzylinderfortsätze in die Zelle dar), haben die Untersuchungen von Benda (11), Cox (19), v. Lenhossék (61, 62), Bethe (13) ergeben. Apathy (5), Marinesco (67—69), v. Lenhossék (61) lassen die Fibrillen sich zu einem Netze verflechten (fibrilläres Netz).

Erwähnen müssen wir hier noch einige Erscheinungen, die nur unter bestimmten Voraussetzungen und bei besonderen Behandlungsmethoden in den Nervenzellen aufzutreten scheinen. Es sind dieses der „Apparato reticolare interno" von Golgi, — von Kopsch (56) und Misch (72) „Binnennetz" genannt —, und die von Holmgren beschriebenen „Saftkanälchen", die auch von anderen gefunden wurden (Donaggio 22, Bethe 14, Pewsner-Neufeld 80) [vgl. S. 13 u. 14].

II. Eigene Untersuchungen.

Es soll nun der Zweck der folgenden Untersuchungen sein, nachzuweisen, inwieweit die oben skizzierten Strukturverhältnisse in bezug auf die sympathischen Nervenzellen zutreffen.

Die meisten Forscher haben ihre Aufmerksamkeit nur den zentralen und, von den peripheren, nur den spinalen Ganglienzellen zugewendet; wenige untersuchten sympathische Zellen, und diese wenigen beschäftigten sich in der Hauptsache nur mit einem bestimmten Teile der Zelle, ohne auf deren Gesamtstruktur näher einzugehen, z. B. stellt Eve (23) fest, daß in ihnen ein Hauptbestandteil, ebenso wie in den spinalen Nervenzellen, die chromatische Substanz (basophil constituent) bildet. Veratti (94) dagegen hat die sympathischen Zellen auf das Golgi'sche Netz untersucht und dasselbe als ein viel

feineres, zarteres gefunden als in den spinalen Nervenzellen.

Es war ursprünglich meine Absicht, die verschiedensten Fixierungs- und Färbemethoden bei meinen Untersuchungen anzuwenden, um die Brauchbarkeit bzw. Ungeeignetheit derselben zur Darstellung der Strukturen der sympathischen Nervenzellen zu erweisen. Bei der großen Menge von Methoden, die bisher zur Nervenzellenerforschung angewendet wurden, habe ich mich aber auf folgende vier beschränkt:

1. Härtung mit 10 % Salpetersäure, Färbung mit Eisenhämatoxylin nach Benda.
2. Fixierung mit Sublimat, Färbung mit Toluidinblau nach v. Lenhossék.
3. Chromosmiumgemisch-Methode nach Flemming.
4. Behandlung mit 2 % Osmiumsäure nach Kopsch.

1. Die Präparate kamen auf 4 bis 5 Stunden in 10 % Salpetersäure, dann zwei Tage in Müllersche Flüssigkeit; alsdann, nachdem sie tüchtig in Wasser ausgewaschen waren, je 24 Stunden in 80 %, 95 % und absoluten Alkohol; Einbettung in Paraffin. Die mit Eiweißglyzerin und destilliertem Wasser auf den Objektträger aufgeklebten Schnitte kamen, nach Entfernung des Paraffins, 24 Stunden in Eisenbeize (Liqu. ferr. sulf. oxydat. pur. 30,0, Aqu. dest. 70,0), dann, nach gründlicher Abspülung in Wasser, solange in verdünnte Lösung von gelbem Hämatoxylin, bis sie schwarz erschienen (meist 24 Stunden); zum Schlusse wurden sie in 30 % Essigsäure differenziert und fertiggestellt.

2. Fixierung der Präparate in kalt gesättigter Sublimatlösung (24 Stunden); alsdann je 24 Stunden in steigenden Alkohol, dem zur Entfernung des Sublimates von Zeit zu Zeit einige Tropfen Jodtinktur zugesetzt wurden. Die aufgeklebten Paraffinschnitte kamen auf einige Stunden in konzentrierte Toluidinblaulösung, wurden dann mit Wasser abgespült und in Alkohol rasch differenziert.

3. Die Ganglien wurden auf 6—10 Tage in Flemmings Gemisch (Chromosmiumessigsäure) und darauf 24 Stunden in Holzessig gebracht, alsdann abgespült und eingebettet.

4. 2 % Osmiumsäure wurde nach Angabe von Kopsch und Misch verwendet, um das Binnennetz hervortreten zu lassen; die Präparate wurden der Einwirkung der Osmiumsäure 28 Tage lang ausgesetzt. —

Eine Nachfärbung der nach 3 und 4 behandelten Schnitte fand nicht statt.

Untersucht wurden die Hals- und Bauchganglien des Kaninchens und die Halsganglien der Katze und zwar nach Benda: Ganglion coeliacum des Kaninchens, nach v. Lenhossék: Ganglion coeliacum und Halsganglion des Kaninchens und Halsganglion der Katze, nach Flemming: Halsganglion des Kaninchens und der Katze, und nach Kopsch ebenfalls Halsganglion des Kaninchens und der Katze und zum Vergleiche ein Spinalganglion des Kaninchens.

Die Schnitte wurden möglichst dünn, 5—6 μ, hergestellt: untersucht wurde mit Leitz' Mikroskop, Okular 4, Objektiv $^1/_{12}$ hom. Ölimmersion, nach welcher starken Vergrößerung auch die beigegebenen Abbildungen gezeichnet wurden.

Betrachtet man einen durch ein mit Salpetersäure-Eisenhämatoxylin behandeltes Ganglion coeliacum des Kaninchens gelegten Schnitt zuerst bei schwacher Vergrößerung, so sieht man eine Menge Nervenzellen dicht zusammengelagert; teils grenzen sie scheinbar ohne Zwischenraum aneinander und haben dann natürlich eine mehr polyedrische Gestalt, teils ziehen Nervenbündel und Bindegewebsstränge zwischen den einzelnen Konglomeraten von Zellen hindurch, wodurch die Zellen der an dieselben angrenzenden Randpartien entweder vollständig abgeplattet werden oder durch einseitige Abflachung eine unregelmäßige, meist dreieckige Gestalt mit mehr oder weniger abgerundeten Ecken erhalten. Die einzelnen Zellen sind bedeutend kleiner als die Spinalganglienzellen

und erscheinen bei dieser schwachen Vergrößerung fast homogen dunkelblau, wenigstens ist nicht mit Bestimmtheit ein Unterschied der Färbung zu erkennen. In allen Zellen sind verhältnismäßig große runde helle Stellen vorhanden: es sind die Kerne, die durch das Hämatoxylin weniger gefärbt werden wie der Zellleib. Die meisten Zellen enthalten zwei solcher Kerne. Die Zellen erscheinen vielfach bipolar; Achsenzylinderfortsätze sind nur sehr wenige zu beobachten.

Wendet man nun starke Vergrößerung an, so ergibt sich folgendes Bild. Nun löst sich auch die bei schwacher Vergrößerung homogen erscheinende Färbung auf, und man unterscheidet deutlich in jeder Zelle eine stark gefärbte und eine schwach oder ungefärbte Substanz. daneben natürlich noch die großen bläschenartigen, fast ungefärbten Kerne. Abgesehen von der Gestalt, stimmen alle Zellen in betreff des inneren Baues vollkommen überein; ein getreues Beispiel sämtlicher in diesem Schnitte befindlicher zweikerniger Zellen gibt die in Fig. 1 abgebildete Zelle. Sie ist unregelmäßig dreieckig mit abgerundeten Ecken und zeigt deutlich die Verteilung der einzelnen Substanzen in dem Zellleibe und die Lage der beiden großen hellen Kerne. Vor allem fällt die peripherische Lage der chromatophilen Substanz auf: sie scheint die ganze Randpartie der Zelle auszufüllen; erst bei ganz scharfer Einstellung und Abblendung wird die eigentliche Zellwand oder richtiger Kapselwand, ganz schwach gefärbt, sichtbar und es erscheint zwischen ihr und der dunklen Substanz ein schmaler ganz heller Randsaum (Benda 11, v. Lenhossék 61). Daß man es hier mit der Kapselwand zu tun hat, geht aus dem in derselben eingelagerten, quer durchschnittenen Kapselzellkerne hervor. Der Randsaum erscheint selbst bei starker Vergrößerung fast homogen, nur eine ganz feine Körnelung ist schwach angedeutet. Sie ist die hellste Partie der ganzen Zelle. An diese grenzt nach innen die chromatophile Substanz an; sie umgibt als kranzförmige

Schicht eine hellere, zentral gelegene Masse. Sie ist nicht homogen dunkel gefärbt, sondern bildet mehr oder weniger große, unregelmäßige Schollen, die, dicht zusammengelagert, teilweise zu noch größeren Konvoluten zusammenzufließen scheinen. Diese Schicht ist mit dem von v. Lenhossék bei den Spinalganglienzellen beschriebenen „Randschollenkranze" identisch. Sie setzt sich gegen die zentrale hellere Schicht nicht unmittelbar ab, sondern geht allmählich in dieselbe über, indem sich die Schollen voneinander zu trennen und sich schließlich in immer kleinere Granulationen aufzulösen scheinen.

Die zentrale hellere Schicht erscheint auch in verschiedenen Graden von Helligkeit. Der der größten Dreiecksseite zu gelegene hellste Teil geht ziemlich unvermittelt in den Randschollenkranz über, während dieser Übergang in den übrigen Zellpartien ein ganz allmählicher ist. Die ganze innere Substanz erscheint nicht homogen: sie ist fein gekörnelt; in den hellen Partien ist diese Körnelung nur sehr schwer gerade noch wahrzunehmen, in den dunkleren Schichten derselben tritt sie ganz deutlich hervor. Es sind außerordentlich feine Körnchen, die mehr oder weniger dicht zusammenliegen und dadurch einen dunkleren oder helleren Eindruck der zentralen Schicht hervorrufen. Nach der Peripherie zu, namentlich zwischen den beiden Kernen, sieht man deutlich die Körnchen teils dichter gelagert, teils zu größeren zusammenfließen. Man kann beobachten, wie allmählich nach dem Zellrande hin die Körnchen sich immer mehr zu Konvoluten zusammenlagern, so daß es als sicher erscheint, daß der sog. Randschollenkranz in letzter Beziehung aus intensiv gefärbten Körnchen besteht, die zu größeren Körpern und Schollen so dicht zusammengelagert sind, daß sie den Eindruck der „Nissl-Körper" der zentralen und spinalen Ganglienzellen hervorrufen.

Die beiden großen Kerne sind oval mit kaum merklichen Unregelmäßigkeiten des Contours, die vielleicht auf Schrumpfungen zurückzuführen sind. Sie liegen

peripher, der eine an der Basis, der andere an der Spitze der unregelmäßig dreieckigen Zelle. Deutlich treten in beiden die tief dunkel gefärbten Nucleoli hervor: in jedem Kerne ist einer vorhanden. Außerdem sind noch gefärbte Einlagerungen zu sehen: feine Fäden, die sich zu einem Netzwerke zu verflechten scheinen, und größere, in dessen Maschen gelegene unregelmäßige Konvolute. Es handelt sich hier wohl um das Kerngerüst, das freilich nur schattenhaft hervortritt, mit chromatophilen Einlagerungen. Diese scheinen identisch zu sein mit Nissls Nebennucleolen (75) und mit den von v. Lenhossék (62) im Kerne der Spinalganglienzellen gesehenen gefärbten Schollen; denn es handelt sich m. E. bei beiden wohl nur um verschiedene Namen für gleiche Gebilde.

Ein ähnliches Bild wie das oben S. 19 und 20 beschriebene zeigt bei schwacher Vergrößerung ebenfalls ein Schnitt durch ein mit Sublimat fixiertes und mit Toluidinblau gefärbtes Ganglion coeliacum des Kaninchens: eine große Menge mittelgroßer Zellen liegen teils dicht zu Nestern angeordnet — die einzelnen Nester durch Nerven- und Bindegewebsbündel voneinander getrennt —, teils in Reihen hintereinander, teils einzeln im umgebenden Gewebe versprengt. Sie erscheinen, ähnlich wie die Zellen des ersten Schnittes, unregelmäßig dreieckig, viereckig, oval usw. Die Färbung des Zellleibes ist homogen, nur sind die meisten Zellen von einem tief dunkelblauen Saume umgeben, der dieselben gegen das umliegende Gewebe abzuschließen *scheint*.

Die beiden Kerne (auch hier enthalten die meisten Zellen *zwei* Kerne) treten noch heller hervor wie in den oben beschriebenen Zellen. Um so auffallender heben sich aus diesem hellen Untergrunde die tiefgefärbten Nucleoli schon bei dieser schwachen Vergrößerung als ganz feine Pünktchen ab. Betrachtet man sich eine solche Zelle bei starker (Immersions-) Vergrößerung, so ergibt sich folgendes Bild (Fig. 2): der ganze Zellleib erscheint in verschieden dunkeler Färbung; deutlich

unterschieden von den übrigen Zellpartien ist durch die Tiefe der Tinktion der sog. Randschollenkranz. Wieder kann man einzelne kleinere und größere Schollen in dieser gefärbten Schicht beobachten, die sich teils zu großen Konvoluten verbinden, teils zwischen sich allerfeinste, nur mit hellerer Substanz ausgefüllte Zwischenräume lassen, die wie feine Kanälchen aussehen. Nach der Mitte der Zelle zu nimmt die Färbung an Intensität ab, ohne aber ganz hell zu werden; aber auch in dieser helleren Schicht sind vereinzelte dunkle Schollen eingesprengt. Frei von diesen ist nur die allernächste Umgebung des Zellmittelpunktes, und hier gelingt es auch bei scharfem Einstellen und Abblenden eine äußerst feine Körnelung festzustellen. Ebenso, nur bei verschärfter Beobachtung, kann man einen ganz hellen, körnerfreien, ungefärbten Randsaum mehr ahnen als sehen: denn er tritt nur vermöge seiner außerordentlichen Lichtdurchlässigkeit und immer nur teilweise hervor, so daß man ihn sich durch Drehen der Mikrometerschraube zu einem Ganzen ergänzen muß.

Betreffend die Kerne ist dasselbe zu sagen wie oben: sie sind beide fast gleich groß, oval, besitzen ein Kernkörperchen; der eine Kern ist so durchschnitten, daß der Nucleolus nicht getroffen wird; aber er tritt aus der Tiefe hervor. Der Nucleolus des anderen Kerns ist durchschnitten und tritt als kleiner, homogen dunkelblau gefärbter Kreis auf. Außerdem sind Andeutungen von Kernstrukturen vorhanden: zarte, verästelte, kaum wahrnehmbare Fäden und deutlicher gefärbte Einlagerungen.

Dieselben Strukturverhältnisse zeigen Schnitte aus sympathischen Halsganglien des Kaninchens, die teils mit Sublimat fixiert und mit Toluidinblau gefärbt, teils mit Chromosmiumessigsäure behandelt wurden.

Der erstere Schnitt, aus dem Anfangsteil des Ganglions stammend, zeigt die Zellen ziemlich vereinzelt, höchstens zu zweien oder zu dreien dicht nebeneinander, im Gewebe

eingebettet. Sie machen, im ganzen bei schwacher Vergrößerung betrachtet, denselben Eindruck wie die Zellen des vorigen ebenso behandelten Schnittes durch das Ganglion coeliacum, nur daß die Färbung nicht so intensiv ist, so daß sich jetzt schon feine Nuancierungen in derselben feststellen lassen. Auch tritt die ganz dunkel gefärbte Randpartie des Zellleibes deutlich zutage. Die Mehrzahl der Zellen läßt zwei große durch ihre hellere Färbung hervortretende Kerne mit dunkelen Nucleolis deutlich erkennen.

Bei starker Vergrößerung ist vor allem auch wieder der ganz helle Randsaum zu sehen (Fig. 3); er tritt, wenn auch sehr schwer erkennbar, infolge der etwas intensiveren Färbung der Kapsel hervor; im übrigen ist wieder ein Kapselzellkern durchschnitten, der die Grenze der Kapsel unzweifelhaft feststellt. Nach innen von diesem hellen Randsaume ist der sog. Randschollenkranz gelegen, der hier ganz deutlich als solcher hervortritt. Man nimmt rund herum die einzelnen Schollen, große und kleine, wahr; sie sind noch nicht so ineinander übergegangen, wie in Fig. 2. Infolgedessen treten hier die zwischen den dunkel gefärbten Schollen befindlichen helleren Zwischenräume um so intensiver hervor und können in solchem Zustande sehr leicht zu der Annahme von Kanälchen führen, welche die Zelle durchkreuzen: namentlich deutlich sehen wir diese Bildung in dem Teile der Zelle, in welchem der Randschollenkranz die größte Breite hat, wo er also flach durchschnitten ist. Ferner tritt in diesen Zellen sehr deutlich die Körnelung der inneren hellen Schicht zutage; wenn auch hier der Übergang zwischen äußerer dunkel gefärbter und innerer granulierter Schicht viel unvermittelter ist, so läßt sich doch unschwer erkennen, daß die Schollen der äußeren Schicht durch enges Zusammenlagern der Körnchen gebildet werden. Über die Kerne ist dasselbe zu sagen wie bei den vorhergehenden Schnitten: sie sind oval, besitzen einen Nucleolus, der durch intensive Färbung

hervortritt, und sonstige ähnliche Struktur wie die oben beschriebenen Kerne.

Ein anderes Bild bietet der Schnitt durch das mit Chromosmiumessigsäure behandelte sympathische Halsganglion des Kaninchens. Im Gegensatze zu dem vorigen haben wir es hier zu tun mit einem dicht zusammenliegenden Konglomerate von unendlich vielen, verschieden großen, mannigfach gestalteten Zellen und zwischendurch ziehenden Nerven- und Gewebsfasern. Der Schnitt ist so geführt, daß man von einer Anzahl Zellen die Ausläufer weit verfolgen kann; die Zellen sind meist bipolar und haben fast alle zwei Kerne, die besonders durch die intensiv gefärbten Membranen und deutlich hervortretenden Kernstrukturen auffallen.

Betrachten wir uns diesen Schnitt mit starker Vergrößerung, so fällt bei allen Zellen der helle, fast weiße Randsaum auf, der hier sehr deutlich wahrnehmbar ist, da die Kapselwand deutlich als dunkle Linie hervortritt (Fig. 4). Der Randsaum erscheint vollkommen homogen: es ist keine Körnelung wahrzunehmen. Dieselbe helle homogene Substanz setzt sich auch in die Achsenzylinderfortsätze fort.

Zentral von diesem schmalen Randsaume liegt eine auch den ganzen Zellumfang einnehmende dunkel gefärbte Schicht, die identisch ist mit dem Randschollenkranze der bisher beschriebenen Zellen. Er tritt hier weniger deutlich als aus einzelnen Schollen zusammengesetzt hervor, sondern scheint aus ganz großen dunkel gefärbten Flocken zu bestehen; vereinzelt liegen isolierte Schollen, woraus deutlich hervorgeht, daß die übrige dunkle Zone auch aus solchen einzelnen gefärbten kleineren Bestandteilen sich zusammensetzt, mit der angewendeten Vergrößerung aber nicht aufzulösen ist. Die innere helle Schicht grenzt fast unvermittelt an den dunklen Randschollenkranz; nur an einzelnen Stellen ist ein allmählicher Übergang wahrzunehmen. Sie ist fein granuliert und erscheint unregelmäßig gefärbt. An den Übergangs-

stellen ist deutlich zu sehen, wie sich immer mehr Körnchen zusammenballen und schließlich den Eindruck einer homogenen Scholle machen, die sich nur bei ganz starker Vergrößerung in ihre Bestandteile auflösen läßt. Daß der Randschollenkranz aus solchen Schollen besteht, geht auch hier wieder hervor aus der in der dunkel gefärbten Substanz auftretenden hellen kanälchenartigen Bildung; aber auch in der hellen Substanz erscheinen solche Kanälchen angedeutet, doch finden sie sich immer nur in den dunkleren Partien der zentralen Substanz.

Etwas anders, als wie in den bisher abgebildeten Zellen, verhalten sich in diesem Schnitte die Kerne. Sie sind rundlich oder längsoval mit kleinen, wohl durch Schrumpfung entstandenen Unregelmäßigkeiten des Contours. Daß sie geschrumpft sind, deuten die beiden fast weiß erscheinenden langgestreckten Gebilde an, die unmittelbar den Kernen anliegen und m. E. nur durch Schrumpfung der Kerne entstandene Hohlräume sind. Die Kernstrukturen treten ungleich deutlicher hervor, wie bei den vorigen Zellen: außer dem Nucleolus sieht man in jedem Kerne noch eine Anzahl viel kleinerer dunkler Punkte, die teils halbkreisförmig den Nucleolus umgeben, teils unregelmäßig verteilt im Kerne liegen. Zwischen all diesen Gebilden, die ich ihrer runden Gestalt wegen für Nebennucleolen ansprechen möchte, ziehen sich feine Streifen und Wolken von etwas gefärbter Substanz: sie sind heller wie die Nebennucleolen, heben sich aber von dem ungefärbten Kernsafte ab. Ich glaube wohl, annehmen zu dürfen, daß wir es hier mit dem Kerngerüste zu tun haben, das den ganzen Kern durchzieht und den Nucleolus umlagert.

Anders, wie bei den sympathischen Zellen des Kaninchens, gestalten sich die Verhältnisse bei denen der Katze. Vor allem haben wir es bei dieser nur mit einkernigen Zellen zu tun. In meinen Präparaten aus dem Halssympathicus der Katze konnte ich nie auch nur die geringste Andeutung von zwei- oder mehrkernigen Zellen

sehen, während die Zellen des Halssympathicus und des Ganglion coeliacum des Kaninchens in der überwiegenden Mehrzahl zwei Kerne besitzen. Es sei mir gestattet, hier kurz auf einige Literatur hinzuweisen, um darzutun, daß zwei- und mehrkernige sympathische Nervenzellen, außer beim Kaninchen, höchstens noch beim Meerschweinchen beobachtet wurden (Schwalbe 89). Schon Remak* bildete in seinen „Observationes anatomicae et „microscopicae de systematis nervosi structura" (Berlin 1838) zweikernige Zellen aus dem Kaninchensympathicus ab; später hebt sie Guye (36) hervor. Schwalbe (89) stellt fest, daß die zweikernigen Zellen im Sympathicus des ausgewachsenen Kaninchens die Regel sind, während bei jungen Tieren noch mehr einkernige zwischen den zweikernigen zerstreut liegen: gegenüber Koelliker (55), der behauptet, daß zweikernige Nervenzellen auch bei anderen jungen Tieren vorkämen, erklärt Schwalbe auf das bestimmteste, daß zweikernige Zellen nur in den sympathischen Ganglien des Kaninchens und Meerschweinchens, nie bei anderen Tieren vorkämen.

Courvoisier (17, 18) bildet eine dreikernige Zelle des Frosches ab; Arndt (7) gibt sogar sechs und mehr Kerne in einer sympathischen Zelle des Kaninchens an und verwahrt sich von vornherein gegen den etwaigen Vorwurf, daß er sich habe durch Vakuolen täuschen lassen. Diamare (20) stellt im sympathischen Geflechte der Nebenniere bei Selachiern ebenfalls mehrkernige Zellen fest. Apolant (6) beschreibt auch zwei- und mehrkernige sympathische Zellen des Kaninchens und gibt eine Erklärung der Entstehung der beiden Kerne aus einem ursprünglichen durch direkte Kernteilung ohne nachfolgende Zellteilung.

Nach dieser kleinen Abschweifung kehre ich zur Betrachtung der Schnitte durch die sympathischen Halsganglien der Katze zurück. Es handelt sich um zwei

* Siehe Schwalbe (89).

Präparate: das eine wurde mit Flemmings Gemisch behandelt, das andere in Sublimat fixiert und die Schnitte wurden mit Toluidinblau gefärbt.

Der Schnitt durch das Chromosmiumessigsäure-Präparat wurde ziemlich an der breitesten Stelle des Ganglions gelegt, was schon aus der ungeheuer großen Anzahl von Zellen hervorgeht, die das mikroskopische Bild bei nur schwacher Vergrößerung zeigt. Die Zellen sind im Verhältnisse zu denen des Kaninchens sehr klein, und man kann infolgedessen bei der schwachen Vergrößerung nur einen Überblick über das Gesamtbild geben. Sie liegen dicht gedrängt und sind von verschiedenartiger Gestalt: überwiegend sind die spindelförmigen, bipolaren. Die Färbung der einzelnen Zellen ist verschieden, es kommen ganz helle und ganz dunkle Zellen vor, natürlich mit allen Zwischenstufen. Die einzelne Zelle erscheint fast homogen, nur der helle Kern hebt sich aus derselben hervor; die Kernkörperchen sind auch deutlich wahrzunehmen.

Bei starker Vergrößerung ergibt sich folgendes Bild (Fig. 5): Die Zellwand (Kapsel) ist ganz dunkel, fast schwarz gefärbt; den Hauptteil des Zellleibes nimmt eine helle Substanz ein. Sie erscheint homogen, zeigt sich aber bei scharfer Einstellung als äußerst fein granuliert. Fast in der Mitte der Zelle befindet sich der ziemlich große Kern; er wird umgeben von der dunklen Substanz, die sich deutlich als ein Konvolut von dichtgelagerten, großen und kleinen Schollen zeigt. Die Menge der dunklen Substanz ist in den einzelnen Zellen sehr verschieden: bei einigen tritt sie nur als schmaler Saum um den Kern herum auf und der übrige Teil der Zelle ist von achromatischer Substanz erfüllt; bei anderen wieder bleibt nur ein schmaler Randsaum von heller Substanz, während die übrige Zelle mit der dunklen angefüllt ist; natürlich sind alle Übergänge zwischen diesen Extremen vorhanden: aber immer lagert der Kern ziemlich im Mittelpunkte der Zelle, nur von dunkler Substanz umgeben.

Die Kernstruktur ähnelt der der sympathischen Zellen des Kaninchens; jedoch tritt das netzförmige Kerngerüst deutlicher zutage und der Unterschied zwischen Nucleolus und Nebennucleolus ist zum Teil verwischt: es sind Zellen mit einem Nucleolus vorhanden, aber auch solche mit zwei und mehr gleich großen und gleich intensiv gefärbten Nucleolen. Der Kern ist gegen die färbbare Substanz des Zellleibes durch eine sich als scharfe, dunkle Linie zeigende Kernmembran abgegrenzt.

Ein ähnliches Bild gewinnen wir bei Betrachtung des mit Sublimat-Toluidin behandelten Schnittes aus dem Halssympathicus der Katze. Bei schwacher Vergrößerung zeigen sich dem Beobachter eine große Menge von Zellen, die nicht ganz so dicht gelagert sind, wie es im vorher beschriebenen Bilde zu sehen war. Auch hier sind die meisten Ganglienzellen bipolar, von spindelförmiger Gestalt; sie sind klein, viel kleiner als die sympathischen Zellen des Kaninchens, und erscheinen, abgesehen von den großen hellen Kernen, fast homogen dunkelblau gefärbt. Eine Zelle aus diesem Schnitte, bei starker Vergrößerung betrachtet, zeigt Fig. 6.

Der Zellleib ist spindelförmig und etwas geschrumpft. Der außerordentlich große Kern nimmt den größten Teil der Zelle ein: er enthält ein tief gefärbtes Kernkörperchen, von dem aus sich zur Kernmembran ein nur schwach hervortretendes Kerngerüst hinzieht: der größte Teil des Kernes wird vom farblosen Kernsafte eingenommen. Der Kern wird dicht umlagert von stark färbbarer Substanz, in der man deutliche Schollen unterscheiden kann, zwischen welchen wieder jene oben beschriebenen kanälchenartigen Bildungen zu sehen sind. Da, wo der Kern im kleinsten Zelldurchmesser beiderseits fast bis an den Rand der Zelle reicht, ist die Substanz zu einer homogen dunkelblau erscheinenden Masse geworden. Hier fehlt auch jede hellere Substanz: sie lagert allein an den beiden Polen der Zelle; teilweise sind noch einzelne dunkle Schollen in dieselbe eingebettet. Eine Erklärung dafür,

daß die helle Randzone nicht der ganzen Zellperipherie anliegt, scheint mir in der Schrumpfung der Zellen gegeben: die achromatische Substanz wurde verdrängt und die färbbare kondensiert, wodurch sich auch die gleichmäßig dunkelblaue Färbung derselben an diesen Stellen erklären würde.

Fassen wir nun die Resultate obiger Untersuchungen zusammen, so ergibt sich für die sympathischen Nervenzellen folgendes:

Wir haben es vor allem mit zwei Zellarten zu tun, mit den einkernigen (der Katze) und den zwei- und mehrkernigen (des Kaninchens). Ich werde nun die Bestandteile der beiden Zellarten miteinander und mit denen der spinalen Ganglienzellen vergleichen, um auf diese Weise ein übersichtliches Bild der Zellstrukturen zu erhalten.

1. Kern. Die Kerne der einkernigen wie auch mehrkernigen sympathischen Zellen sind ebenso strukturarm wie die der spinalen: man unterscheidet in denselben ebenso wie dort Kernmembran, Kerngerüst, Kernkörperchen und Kernsaft.

a) Die Kernmembran stellt sich als färbbares Häutchen dar.

b) Das Kerngerüst tritt mit Chromosmiumessigsäure scharf hervor, mit den übrigen Methoden erscheint es, wie v. Lenhossék (61) von den Spinalzellen sagt, „nur schattenhaft, mehr durch Unterschiede der „Lichtbrechung."

c) Kernkörperchen. Es sind ein oder mehrere vorhanden, auch kleinere Nebennucleolen kommen vor.

d) Der Kernsaft ist nicht färbbar (Achromatin: Nissl 75).

2. Im Zellleibe der sympathischen Nervenzellen müssen wir ebenfalls zwischen gefärbter und un- oder schwach gefärbter Substanz unterscheiden. Auch hier tritt die gefärbte in unregelmäßigen, runden, eckigen usw.

Schollen auf, die sich teils zu noch größeren Konvoluten zusammenballen, teils einzeln liegen, so daß sie zwischen sich hellere Zwischenräume lassen. Betreffend die Anordnung der gefärbten Substanz verhalten sich die einzelnen Zellarten verschieden. In den zwei- und mehrkernigen ist ähnlich wie in den spinalen Zellen die chromatophile Substanz als Randschollenkranz angeordnet, d. h. sie liegt dem Rande der Zelle bedeutend näher wie dem Mittelpunkte derselben.

Anders bei den einkernigen sympathischen Zellen (der Katze). Hier findet eine Umlagerung der Zellbestandteile statt: die gefärbte Substanz umschließt den Kern und wird nach außen von der schwach gefärbten umgeben, die den Raum bis zum Zellrande einnimmt. Während also in der zweikernigen Zelle die Kerne in der Hauptsache von heller Substanz umgeben sind, liegt der Kern der einkernigen in der dunkel gefärbten eingebettet.

Gehen wir nun zur „schwachgefärbten" Substanz über, so möchte ich vor allem nicht die Bezeichnung „achromatische" aus der Literatur über zentrale und spinale Nervenzellen übernehmen, da sich die helle Substanz immer durch eine, wenn auch noch so schwache Tinktion bemerkbar macht.

Wie wir durch die Untersuchungen von Benda (11), Cox (19), v. Lenhossék (61, 62) und Bethe (13) wissen, stellen die Fibrillen das wesentliche Element der schwach gefärbten, hellen Substanz dar. Leider war es mir nicht möglich, dieselben durch die angewendeten Methoden sichtbar zu machen, und ich muß mich darauf beschränken, anzunehmen, daß sie in den sympathischen Zellen natürlich ebenso vorhanden sind wie in den übrigen Nervenzellen. Die Verteilung der schwach gefärbten Substanz habe ich schon oben bei der gefärbten Substanz besprochen; es bleibt nur noch übrig, über eine etwaige Struktur mich auszulassen. In allen Zellen erscheint sie fein granuliert, und zwar ist die Körnelung verschieden fein.

Am schwersten nachweisbar, und also wohl am feinsten, ist sie in dem sog. Randsaume, d. i. die periphere Schicht, die bei den zweikernigen Zellen zwischen der dunklen Schicht und dem Rande der Zelle gelegen ist und sich in die Achsenzylinderfortsätze hineinerstreckt (Fig. 4). Auch bei den einkernigen Zellen ist eine äußere, hellste, sehr feinkörnige Schicht der hier peripher gelegenen schwach gefärbten Substanz zu erkennen (Fig. 5). Der übrige Teil dieser ist gröber granuliert, so daß die Körnelung, namentlich an den Übergangsstellen zur gefärbten Substanz, deutlich zutage tritt.

Hier möchte ich noch eine Bemerkung hinzufügen: ganz deutlich ist aus den Abbildungen zu ersehen, wie die Körnchen der granulierten schwach gefärbten Substanz sich immer dichter lagern; schließlich ballen sie sich dicht zusammen zu größeren Körnchen, diese wieder vereinigen sich zu Schollen usw. Ich glaube hiermit für die sympathischen Zellen Bendas (11) Ansicht bestätigen zu können, wonach es sich bei den sog. Nissl-Körpern nicht um besondere Gebilde handelt, sondern nur um Konvolute, die aus dicht zusammengelagerten Körnchen der granulierten Substanz bestehen (dicht granulierte Abschnitte des Neuroplasmas). —

In den spinalen Ganglienzellen wurden ferner noch einige Erscheinungen beobachtet, die bisher in den sympathischen Zellen entweder noch gar nicht oder nur vereinzelt nachgewiesen wurden: es sind dies der „Apparato reticolare interno“ von Golgi (von Kopsch als Binnennetz bezeichnet) und die Holmgren'schen „Saftkanälchen“.

Um ersteren darzustellen, bediente ich mich der Methode von Kopsch: die Präparate verblieben lange Zeit in 2 % Osmiumsäure. Misch (72) hatte für die Spinalganglien die Einwirkungsdauer festgestellt, sie schwankt zwischen 18 und 30 Tagen. Da es sich hier um größere Präparate handelte, setzte ich sie der Wirkung der 2 % Osmiumsäure 28 Tage lang aus. Aber es gelang mir nicht, das Binnennetz darzustellen.

Das Resultat war folgendes (Fig. 8): Die Zellen sind gleichmäßig dunkel gefärbt und haben sich von der Kapsel beträchtlich zurückgezogen; nur noch die beiden Kerne treten hervor durch ihre hellere Färbung, mit dunklen Kernkörperchen. — In einem der Lösung nach 21 Tagen entnommenen Präparate war von einer Einwirkung der Osmiumsäure überhaupt noch nichts wahrzunehmen, weshalb ich die übrigen Präparate noch eine Woche in der Lösung ließ. — Fig. 7 gibt eine Zelle wieder aus einem Spinalganglion des Kaninchens, das zur Kontrolle ebenfalls 28 Tage lang der Einwirkung der verdünnten Osmiumsäure ausgesetzt war. In ihr tritt das Binnennetz deutlich hervor. — Noch größer als die oben bei Fig. 8 beschriebenen waren die Veränderungen an den sympathischen Zellen der Katze: hier war nur noch ein dunkler Fleck zu sehen; nicht einmal der Kern trat heller gefärbt hervor.

Es scheint hiernach, daß die Osmiumsäure zur Darstellung des Binnennetzes in sympathischen Zellen nicht geeignet ist, gelang es doch auch Veratti (94) mit Golgis Methode nur sehr schwer, den „Apparato“ in den sympathischen Zellen der Katze darzustellen als einen viel feineren, zarteren wie den der spinalen Zellen. —

Holmgren'sche „Saftkanälchen“ konnte ich in den sympathischen Zellen nachweisen. Sowohl in den Fig. 1 · 6, wie besonders in Fig. 9 und 10 treten solche kanälchenartige Bildungen hervor. Sie durchziehen die ganze Zelle, fließen teils ineinander, teils münden sie scheinbar nach außen. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß diese Gebilde mit den „Saftkanälchen“ identisch sind.

Holmgren sieht sie sich außerhalb der Zelle fortsetzen, was wieder Pewsner-Neufeld (80) bestreitet. Sie hält dieselben für rein intracellulär und läßt sie nur nach außen ausmünden. — Fortsetzungen als gebahnte Wege außerhalb der Zellen habe ich nicht beobachten können, Ausmündungen scheinbar nur dann, wenn sich die Kapselwand gar nicht oder nur sehr schwer darstellen ließ.

Hält man daran fest, daß in der normalen, nicht geschrumpften zweikernigen Zelle zwischen Kapselwand (Zellwand) und dem Granuplasma ein Randsaum von ganz schwach gefärbter Substanz sich vorfindet, so wird man damit viele Fehlerquellen ausschließen. M. E. handelt es sich um eine solche, wenn man die Kanälchen nach außen ausmünden sieht: sie durchbrechen das Granuplasma und münden — in den hellen Randsaum, der wohl für einen pericellulären Hohlraum angesehen werden kann, wenn man eine Methode anwendet, welche die Kapselwand kaum sichtbar macht, wie es z. B. der Fall ist bei den Sublimat-Toluidin- und Salpetersäure-Eisenhämatoxylin-Methoden. Dagegen tritt mit Flemmings Chromosmiumessigsäure die Kapselwand und damit der helle Randsaum deutlich hervor und hierbei wird ein Ausmünden der Kanälchen nach außen nicht beobachtet: sie durchbrechen die dunkle Substanz und verlieren sich in dem Randsaume.

Ein Ausmünden oder gar Fortsetzen der Kanälchen außerhalb der Zelle halte ich also für ausgeschlossen. Nun fragt es sich: was können solche blind endende Kanälchen für eine Funktion haben? oder: sind es überhaupt Kanälchen?

Diese letzte Frage glaube ich auf Grund meiner Untersuchungen verneinen zu müssen. M. E. handelt es sich nur um die Zwischenräume zwischen den einzelnen Tigroidschollen. Man wird mir einwenden, daß Forscher wie Holmgren und andere doch wohl solche Zwischenräume in der gefärbten Substanz unterscheiden können von Kanälchen! Man betrachte nur die Fig. 9 und 10 und man wird nicht bestreiten können, daß in denselben ausgesprochene Kanälchen zu sehen sind, welche die Zellen nach allen Richtungen durchziehen und teilweise nach außen zu münden scheinen. Es sind Abbildungen von oberflächlich geschnittenen Zellen, und zwar Fig. 9 aus einem mit Salpetersäure-Hämatoxylin, Fig. 10 aus einem mit Sublimat-Toluidin behandelten Präparate. — Daß es

sich wirklich um oberflächliche Schnitte handelt, geht bei Fig. 9 aus den vier flach durchschnittenen Kapselkernen hervor, bei Fig. 10 daraus, daß die großen Kerne nicht getroffen wurden. Bewirkt man durch Drehen der Mikrometerschraube eine tiefere Einstellung der Objekte, so ändert sich das Bild dahin, daß zwischen den kanälchenartigen Bildungen die Tigroidschollen erscheinen, die entweder einzeln oder in Konvoluten zusammengelagert sind. Zwischen diesen liegt helle Substanz, die alle von der dunklen freigelassenen Partien der Zelle ausfüllt, und diese Zwischenräume täuschen bei oberflächlicher Einstellung Kanälchen vor.

Noch deutlicher tritt diese Erscheinung hervor in den Zellen, die in den Fig. 1, 2, 3, 6 abgebildet sind. Bei ihnen ist deutlich zu sehen, daß es sich nur um Zwischenräume handelt zwischen den einzelnen Schollen der gefärbten Masse. Stellt man diese Zellen oberflächlich ein, so erhält man ein ähnliches Bild wie in Fig. 9 und 10: die Zwischenräume erscheinen wie nach außen ausmündende Kanälchen, zumal man bei dieser Einstellung die nur schwach gefärbte Kapselwand nicht erkennt und den hellen Randsaum für einen pericellulären Hohlraum halten kann.

Ich glaube also meine Behauptung, daß es sich bei den sog. „Saftkanälchen“ (wenigstens in sympathischen Nervenzellen) nur um Zwischenräume zwischen den Tigroidschollen handelt, hinreichend bewiesen zu haben; auch Professor Benda, dem ich meine Präparate vorlegte, ist derselben Meinung.

Ich bin nun zum Schlusse meiner Arbeit gelangt und will noch einmal die Ergebnisse derselben wiederholen.

1. Die sympathischen Nervenzellen bestehen wie die übrigen Ganglienzellen aus Zellleib und Zellkernen. Die des Kaninchens besitzen meist zwei Kerne, die der Katze nur einen.

2. Im Zellleibe unterscheidet man zwischen gefärbter und schwach gefärbter Substanz.

3. Die gefärbte Substanz ist in Form von Schollen usw. (Nissl-Körper, Tigroid-Schollen) verschieden angeordnet, jenachdem die Zelle ein- oder zweikernig ist.

   a) In der einkernigen Zelle (der Katze) liegt sie zentral und umhüllt den Kern.

   b) In der zweikernigen Zelle tritt sie als „Randschollenkranz" auf, d. h. sie ist peripher gelegen; doch ist zwischen ihr und dem Zellrande noch ein schmaler mit schwach gefärbter Substanz erfüllter Zwischenraum (Randsaum).

4. Die schwach gefärbte Substanz lagert in einkernigen Zellen rein peripher, in zweikernigen zentral, innerhalb des Randschollenkranzes; doch ist in diesem Falle noch ein sog. Randsaum vorhanden, der zwischen Randschollenkranz und Zellrand liegt und mit ganz heller Substanz angefüllt ist.

   Sie ist fein gekörnt: die feinste Körnelung besitzt der Randsaum.

5. Fibrillen konnten mit den angewandten Methoden in der schwach gefärbten Substanz nicht nachgewiesen werden.

6. Es ist anzunehmen, daß die sog. Nissl-Körper als Konvolute feinster Körnchen aufzufassen sind (dicht granulierte Abschnitte des Neuroplasmas).

7. Die Kerne der sympathischen Zellen sind ebenso strukturiert wie die der spinalen; sie bestehen aus Kernmembran, Kerngerüst (mit basischen Farbstoffen schwer färbbar), einem oder mehreren Kernkörperchen (auch Nebennucleolen) und Kernsaft (nicht färbbar).

8. Der „Apparato reticolare interno" (Binnennetz von Kolsch) war bei meinen Untersuchungen mit 2 % Osmiumsäure nicht darzustellen.

9. Die sog. „Saftkanälchen“ sind vorhanden, erklären sich aber als Zwischenräume zwischen den Schollen der gefärbten Substanz. Nur bei oberflächlicher Einstellung und bei Flächenschnitten (Fig. 9 und 10) erscheinen sie als sich verzweigende, nach außen mündende Kanälchen.

10. Betreffend die einzelnen Behandlungsmethoden ist folgendes zu sagen:

    a) Die Kernstrukturen treten am deutlichsten in den Chromosmiumessigsäure-Präparaten auf; in ihnen erscheint auch das Kerngerüst gefärbt. Membran, Nucleolus und Nebennucleolen sind auch sichtbar in Salpetersäure-Hämatoxylin- und Sublimat-Toluidin-Präparaten.

    b) Die färbbare Substanz wird am deutlichsten dargestellt durch Sublimat-Toluidin-Behandlung, aber auch durch Fixierung mit Salpetersäure und Färbung mit Eisen-Hämatoxylin; durch Chromosmiumessigsäure tritt sie nicht immer deutlich in Schollen abgegrenzt zutage.

Zum Schlusse möchte ich noch an dieser Stelle Herrn Professor Dr. Benda meinen besten Dank aussprechen für die Anregung zu dieser Arbeit und für die gütige Unterstützung, die er mir bei der Anfertigung derselben hat zuteil werden lassen.

Nachtrag.

Nach Fertigstellung vorliegender Arbeit erschien im Anatomischen Anzeiger (Bd. XXIV. Nr. 9, S. 225 - 244: Januar 1904) ein Aufsatz von Holmgren, in welchem er sich mit Kopsch und Misch auseinandersetzt betr. ihrer Auffassung des „Binnennetzes“ und seiner Trophospongien bzw. Trophospongienkanälchen (Saftkanälchen).

Auch aus den diesem Aufsatze beigegebenen Abbildungen ist deutlich ersichtlich, daß Holmgren andauernd ausschließlich Schief- und Flachschnitte beobachtet, wie sich aus seinen Darstellungen der Kapselzellen ohne jeden Zweifel erweisen läßt. Letztere, die auf einem scharfen Querschnitte stets als schmaler Saum mit ausschließlich vorspringendem Kerne erkennbar sind, erscheinen in Holmgrens Figuren mit breit vortretendem Zellleibe, der den Kern gegen den Binnenraum umschließt. — Wie schon in vorliegender Arbeit dargetan wurde, ergeben sich aber bei Einstellung solcher Flächenschnitte ganz andere Bilder, als bei Betrachtung scharfer Querschnitte. Holmgren wird dadurch verleitet, die klaren rein-intracellulären Bildungen von Golgi, Kopsch und Misch als im Zusammenhange mit seinen nach außen ausmündenden „Saftkanälchen“ zu betrachten.

Literatur-Verzeichnis.

1. Adamkiewicz, A., Der Blutkreislauf der Ganglienzelle. 8°. 65 Seiten. Mit 3 Tafeln. Berlin 1886.
2. — —, La circulation dans les cellules ganglionnaires. Compt. rend. P. 102, Nr. 1, p. 60—61; 1886.
3. — —, Zum Blutgefäßapparate der Ganglienzellen. Anat. Anzeiger Bd. XVII, Nr. 2/3, S. 44—48; 1900.
4. — —, Stehen alle Ganglienzellen mit den Blutgefäßen in direkter Verbindung? Neurol. Centralblatt 1900, S. 2—6.
5. Apathy, Das leitende Element des Nervensystems. Mitteilungen aus der zoolog. Station zu Neapel Bd. XII, S. 610.
6. Apolant, H., Über die sympathischen Ganglienzellen der Nager. Archiv f. mikrosk. Anat. 1896, Bd. 47, S. 461—471. 1 Tafel.
7. Arndt, R., Untersuchungen über die Ganglienkörper des Nervus sympathicus. Ebenda Bd. 10, 1874, S. 208—241. 1 Tafel.
8. Arnold, J. Über Struktur und Architektur der Zellen. Ebenda Bd. 52, S. 535.
9. Ballowitz, E., Demonstrationsbericht der Verhandlungen der anatom. Gesellschaft zu Kiel 1898, S. 267.
10. — —, Eine Bemerkung zu dem von Golgi und seinen Schülern beschriebenen „Apparato reticolare interno" der Ganglien- und Drüsenzellen. Anat. Anzeiger Bd. XVIII, Nr. 8, S. 177—181; 1900.

11a. Benda, C. Eine neue Färbemethode des Zentralnervensystems. Verhandlungen in der Physiologischen Gesellschaft 1885. Archiv für Anat. u. Phys. 1886.

11b. — —, Über d. Bedeutung d. durch basische Anilinfarben darstellbaren Nervenzellenstrukturen. Neurol. Centralbl. 1895. S. 759-768.

12. — — u. Günther, P., Histologischer Handatlas, Leipzig und Wien 1895. 60 Tafeln mit Text.
13. Bethe, A., Über die Primitivfibrillen in den Ganglienzellen von Menschen und anderen Wirbeltieren. Morphol. Arbeiten, herausgeg. von G. Schwalbe, 1898, Bd. VIII, S. 95.
14. — —, Einige Bemerkungen über die „intracellulären Kanälchen" d. Spinalganglienzellen u. die Frage d. Ganglienzellenfunktionen. Anat. Anz. Bd. XVII, Nr. 16/17, S. 304—309. Mit 3 Abbild. 1900.
15. Bielschowsky, M. u. Plien, M., Zur Technik der Nervenzellenfärbung. Neurol. Centralbl. 1900, S. 1141—1142.
16. Cavazzini, Sur les ganglions spinaux. Arch. ital. de biol. T. XXVIII.
17. Courvoisier, L. G., Beobachtungen über den sympathischen Grenzstrang. Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. II, 1866, S. 13—45. 1 Tafel.
18. — —, Über die Zellen der Spinalganglien, sowie des Sympathicus beim Frosch. Ebenda Bd. IV, 1868, S. 125-145. 1 Tafel.
19. Cox, W. H., De fibrillaire bouw der spinalgangliencel. Feestber. d. Nederl. Verenn. voor Psychiatrie 1896, blz. 227.
20. Diamare, Sulla costituzione dei gangli simpatici negli elasmobranchi e sulla morfologia dei nidi cellulari del simpatico in generale. Anat. Anz. Bd. XX, 1902, S. 418—429. Mit 2 Fig.
21. Dogiel, Zwei Arten sympathischer Nervenzellen. Vorl. Bericht. Ebenda 1895, S. 679 ff.
22. Donaggio, A., I canalicoli del citoplasma nervoso ed il loro rapporto con uno spazio perinucleare. Rivista di Freniatria Vol. XXVI, f. 1, p. 188—196; 1900.
23. Eve, F. C., Sympathetic nerve cells and their basophil constituent in prolonged activity. Journal of Physiology Vol. XX, Nr. 4/5.

Flatau, E. siehe Nr. 29 und 30.

24. Flemming, Vom Bau der Spinalganglienzellen. Beitrag zur Anatomie und Embryologie. Bonn (Cohen) 1882.
25. — —, Bericht in: Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte Bd. 2, 1893, S. 13 und 54.
26. — —, Über die Struktur der Spinalganglienzellen. Vortrag, gehalten vor der anatomischen Gesellschaft zu Basel. Anat. Anz., Ergänzungsheft zu Bd. X, 1895.
27. — —, Über den Bau der Spinalganglienzellen bei Säugetieren. Arch. f. mikroskop. Anat. 1895, Bd. 46, Heft 3.
28. Fragnito, O., Le développement de la cellule nerveuse et les canalicules de Holmgren. Bibliogr. anatom. T. IX, f. 2, p. 72—79. Avec 3 fig. 1901.
29. Goldscheider, A. u. Flatau, E., Beiträge zur Pathologie der Nervenzellen. Fortschritte der Medizin 1897, Nr. 7.
30. — —, Über die Ziele der modernen Nervenzellen-Forschungen. Deutsche med. Wochenschrift 1898, Nr. 11, S. 165 ff.
31. van Gehuchten, L'anatomie fine de la cellule nerveuse. Vortrag, gehalten auf dem 12. internationalen med. Kongreß zu Moskau am 21. August 1897. Neurol. Centralbl. 1897.
32. Golgi, C., Untersuchungen über den feineren Bau des zentralen u. peripheren Nervensystems. Fol. 272 S. Jena (Gust. Fischer) 1894.
33. — —, Sulla struttura delle cellule nervose dei gangli spinali. Boll. d. soc. med.-chir. di Pavia 1898, T. 2.
34. — —, Di nuovo sulla struttura delle cellule nervose dei gangli spinali. Communicat. fatta alla Soc. med. chir. di Pavia. 20. I. 1899.
35. — —, De nouveau sur la structure des cellules nerveuses des ganglions spinaux. Arch. ital. de Biolog. T. XXXI. 1899. p 273—280. 1 Taf.
Günther, P. siehe Nr. 12.
36. Guye, Die Ganglienzellen des Sympathicus beim Kaninchen. Med. Centralbl. 1866, Nr. 56, p. 881.
37. Havet, J., Rapports entre les prolongements des cellules nerveuses des invertébrés et des vertébrés. Bull. de la soc. de médecine mentale de Belgique p. 396; 1899.
38. Holmgren, E., Zur Kenntnis der Spinalganglienzellen von Lophius piscatorius. Anat. Hefte. Heft 38 (Bd. XII Heft 1), S. 71—154; 2 Figuren und 10 Tafeln; 1899.
39. — —, Zur Kenntnis der Spinalganglienzellen des Kaninchens und des Frosches. Anat. Anz. Bd. XVI, Nr. 7, S. 161—171; 11 Figuren; 1899.
40. — —, Weitere Mitteilungen über den Bau der Nervenzellen verschiedener Tiere. l. c. Bd. XVI, Nr. 16, S. 388-397; 13 Fig.; 1899.
41. — —, Noch weitere Mitteilungen über den Bau der Nervenzellen. l. c. Bd. XVII, Nr. 6/7, S. 113—127; 17 Fig.; 1900.
42. — —, Einige Worte in Veranlassung der von Prof. Adamkiewicz veröffentlichten letzten Mitteilung. l. c. Bd. XVII, Nr. 15, S. 257—270; 1900.
43. — —, Studien in der feineren Anatomie der Nervenzellen. Anat. Hefte Bd. XV, Heft 1. S. 1—89; mit 14 Tafeln; 1900.
44. — —, Weitere Mitteilungen über die Saftkanälchen der Nervenzellen. Anat. Anz. Bd. XVIII, Nr. 11/12, S. 290—296; mit 4 Abbild.; 1900.
45. — —, Von den Ovocyten der Katze. Anat. Anz. Bd. XVIII, Nr. 2/3, S. 63—69; 8 Fig.
46. — —, Beiträge zur Morphologie der Zelle. 1. Nervenzelle. Anat. Hefte Bd. XVIII, Heft 2, S. 267—325; mit 10 Taf. u. 4 Fig.; 1901.

47. Holmgren, E., Einige Worte über das „Trophospongium" verschiedener Zellarten. Anat. Anz. Bd. XX, Nr. 18, S. 433-440; 8 Fig.; 1902.
48. — —, Weiteres über das „Trophospongium" der Nervenzellen und der Drüsenzellen des Salamander-Pankreas. Archiv für mikroskop. Anat. Bd. 60, Heft 4, S. 669—680; 1902.
49. — —, Über die Saftkanälchen der Leberzellen u. der Epithelzellen der Nebenniere. Anat. Anz. Bd. XXII, H. 1, S. 9—14; 3 Fig.; 1902.
50. — —, Über die „Trophospongien" der Nebenhodenzellen und der Lebergangzellen von Helix pomatia. Anat. Anz. Bd. XXII, Nr. 4/5, S. 53—86; 2 Figuren; 1902.
51. — —, Weiteres über die „Trophospongien" der Leberzellen und der Darmepithelzellen. Anat. Anz. Bd. XXII, Nr. 16, S. 313—323; 8 Figuren; 1902.
52. — —, Neuere Beiträge zur Morphologie der Zelle. Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgeschichte Bd. XI, S. 274—329; 1902.
53. — —, Über die sog. intracellulären Fäden der Nervenzellen von Lophius piscatorius. Anat. Anz. Bd. XXIII, 1903.
54. Juliusberger, O. u. Meyer, E., Beitrag zur Pathologie der Spinalganglienzelle. Neurol. Centralbl. 1898, S. 151 ff.
55. Kölliker, Handbuch d. Gewebelehre d. Menschen. 5. Aufl. S. 255.
56. Kopsch, F., Die Darstellung d. Binnennetzes in spinalen Ganglienzellen u. andern Körperzellen mittels Osmiumsäure. Sitz.-Ber. d. kgl. Preuß. Ak. d. Wiss. zu Berlin Bd. 40, 1902, S. 929—935; 1 Fig.
57. Kronthal, P., Mitteilung in der Berl. Ges. f. Psychiatrie u. Nervenkrankheiten am 8. Juli 1895 Neurol. Centralbl. 1895, S. 795.
58. v. Lenhossék, M., Mitteilungen im Archiv für mikroskop. Anat. Bd. 26, S. 370; 1886.
59. — —, Beiträge zur Histologie des Nervensystems und der Sinnesorgane. S. 129; 1894.
60. — —, Der feinere Bau des Nervensystems. Berlin (Kornfeld) 1895. Abschnitt V b, S. 160 ff.
61. — —. Über den Bau der Spinalganglienzellen des Menschen. Aus dem anatomischen Institut der Universität Tübingen. Archiv für Psych. u. Nervenkr. Bd. 29, S. 345.
62. — —, Bemerkungen über den Bau der Spinalganglienzellen. Neurol. Centralbl. 1898.
63. Levi, G., Su alcune particolarità di struttura del nucleo delle cellule nervose. Rivista di patalog. nerv. e ment. 1896, Vol. I, p. 141.
64. — —, Alterazioni cadaverichi delle cellule nervose studiate col methodo di Nissl. l. c. Vol. III, 1898, Nr. 11.
65. Lugaro, E., Sulla struttura delle cellule dei gangli spinali nel cane. Ebenda Vol. III, 1898.
66. Mann, G., Über die Behandlung der Nervenzellen für experimentelle histologische Untersuchungen. Zeitschrift für wiss. Mikroskopie Bd. 11, 1894, S. 489 u. 494.
67. Marinesco, G., Recherches sur l'histologie de la cellule nerveuse avec quelques considérations physiologiques. Compt rend. de l'Académie des sciences. 1897.
68. — —, Sur la chromatolyse de la cellule nerveuse. Paris 1898.
69. — —, Recherches sur la biologie de la cellule nerveuse. Archiv für Anatomie und Physiologie 1899. Physiolog. Abtlg. S. 89. Meyer, E. siehe Nr. 54.
70. Meyer, S., Über zentrale Neuritenendigungen. Archiv für mikroskop Anat. Bd. 54, S. 296—311.
71. Mosse, Max, Über Silberimprägnation der Nervenzellen und der Markscheiden. Ebenda Bd. 59, Heft 3.

72. Misch, Julius, Das Binnennetz der spinalen Ganglienzellen bei verschiedenen Wirbeltieren. Inaug.-Diss. Berlin 1903.
73. Mott, W., Vier Vorlesungen aus der allgemeinen Pathologie des Nervensystems. Deutsch von Dr. Wallach. 1902. S. 4 ff.
74. Müller, Erik, Nordisk med. Arkiv. Bd. 23, Nr. 26.
75a. Nissl, F., Verhandlungen der deutschen Naturforscherversammlung 1885.
75b. — —, Mitteilungen zur Anatomie der Nervenzellen. Vortrag, gehalten in der Jahressitzung des Vereins deutscher Irrenärzte zu Frankfurt a. M. am 25./26. Mai 1893. Mitgeteilt in der Allgem. Zeitschrift für Psychiatrie Bd. 50, 1894, S. 370 ff.
76. — —, Über Rosins neue Färbemethode des gesamten Nervensystems und dessen Bemerkungen über Ganglienzellen. Neurol. Centralbl. 1894, S. 98 ff.
77. — —, Über die sog. Granula der Nervenzellen. Ebenda 1894, S. 675 ff., 781 ff., 810 ff.
78. — —, Über die Nomenklatur in der Nervenzellenanatomie und ihre nächsten Ziele Ebenda 1895, S. 66 ff., 104 ff.
79. — —, Kritische Fragen der Nervenzellenanatomie. Ebenda 1896. S. 98 ff., 157 ff.
80. Pewsner-Neufeld, R., Über die Saftkanälchen in d. Ganglienzellen des Rückenmarks u. ihre Beziehung zum pericellulären Saftlückensystem. Anat. Anz. Bd. XXIII, 1903, Nr. 16/17, S. 424–446; 2 Taf.
81. Pilcz, Beitrag zur Lehre von d. Pigmententwicklung in d. Nervenzellen. Arbeiten aus d. Inst. f. Anat. u. Physiol. d. Zentralnervensystems an d. Wiener Univ., hrsg. v. Prof. Obersteiner. H. 3. 1895.
82. Ramon y Cajal, S., Estructura del protoplasma nerviosa. Riv. trim. microgr. Vol, I.
83. Retzius, G., Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes. II, 1876, S. 34 u. 38.
84. Rosin, Eine neue Färbemethode des gesamten Nervensystems. Neurol. Centralbl. 1893, S. 802 ff.
85. — —, Entgegnung auf Nissls Bemerkungen „Über Rosins neue Färbemethode usw.“ l. c. 1894, S. 210 ff.
86. — —, Mitteilungen in der Berliner Gesellschaft für Psychiatrie und Nervenkrankheiten am 10. Juni 1895. l. c. 1895, S. 610 ff.
87. — —, Zur Färbung und Histologie der Nervenzellen. Deutsche med. Wochenschrift 1898, Nr. 39, S. 615 ff.
88. Schaffer, Das Verhalteu der Spinalganglienzellen bei Tabes auf Grund Nissls Färbung. Vorl. Ber. Neurol. Centr.-Bl. 1898, S. 2 ff.
89. Schwalbe, G., Über d. Bau d. Spinalganglien nebst Bemerk. über d. sympath. Ganglienzellen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 4, 1868, S. 370 ff.
90. Sclavunos, G. (Spirlas, A.), Zur Kenntnis der Spinalganglien der Säugetiere. Anat. Anz. 1895.
91. Sjovale, Einar, Die Zellstruktur einig. Nervenzellen u. Methylenblau als Mittel, sie frisch zu untersuchen. Anat. Hefte 1899, H. 40.
92. Studnicka, F. K., Über das Vorkommen von Kanälchen u. Alveolen im Körper d. Ganglienzellen u. in d. Achsenzylindern einig. Nervenfasern d. Wirbeltiere. Anat. Anz. Bd. XVI, Nr. 15/16, S. 397-401.
93. Suchanoff, S., Das endocelluläre Netz Golgis in den Nervenelementen der spinalen Ganglien. Vortr. geh. in d. Ges. d. Neuropath. u. Irrenärzte zu Moskau am 12. Okt. 1901. Neur. Centr. 1902, S. 729.
94. Veratti, E., Über die feinere Struktur der Ganglienzellen des Sympathicus. Anat. Anz. Bd. XV, Heft 11/12, S. 190—195; 1899.

Lebenslauf.

Verfasser dieser Arbeit, Carl Friedrich Klein, wurde geboren am 3. Juli 1869 zu Baltimore, Md., U.S.A., als Sohn des Kaufmanns H. W. Klein. Seit 1875 in Deutschland, besuchte er nacheinander die Vorschule der Höheren Bürgerschule zu Cassel, mehrere Privatschulen und schließlich seit Ostern 1883 das Realgymnasium zu Cassel, welche Schule er Ostern 1889 mit dem Zeugnisse der Reife verließ, um Medizin zu studieren. Das zu diesem Studium damals noch erforderliche Reifezeugnis eines Gymnasiums erwarb er sich Ostern 1892 auf dem königl. Gymnasium zu Dillenburg. Nachdem Verfasser auf den Universitäten Göttingen, Freiburg und Würzburg dem Studium der Naturwissenschaften und Medizin obgelegen, wandte er sich 1893 dem Spezialstudium der Zahnheilkunde zu und wurde, Oktober 1894, nach bestandener zahnärztlichen Staatsprüfung, von der großherzoglich badischen Regierung als „Zahn-Arzt“ approbiert.

Verfasser war längere Zeit Assistent und ist seit 1896 in eigener Praxis tätig.

Die mündliche Doktorprüfung wurde am 21. Januar 1904 vor der philosophischen Fakultät zu Rostock abgelegt.